

PAT-NO: JP404143627A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04143627 A
TITLE: CAPACITANCE TYPE PRESSURE SENSOR AND
MANUFACTURE THEREOF
PUBN-DATE: May 18, 1992

INVENTOR- INFORMATION:

NAME
FUKIURA, TAKESHI
KIMURA, SHIGEO
ISHIKURA, YOSHIYUKI
NISHIMOTO, IKUO

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMATAKE HONEYWELL CO LTD	N/A

APPL-NO: JP02266688

APPL-DATE: October 5, 1990

INT-CL (IPC): G01L009/12

US-CL-CURRENT: 73/718

ABSTRACT:

PURPOSE: To lessen nonuniformity in an output for a pressure and to reduce nonuniformity in pressure resistance by making a level difference of a movable terminal part of a diaphragm part smaller than a gap in the vicinity of the moveable terminal part between a base part and a movable diaphragm.

CONSTITUTION: A sensor is provided with a cavity part 2 formed on one side

of a base part 1, a thin-film-shaped diaphragm part 3 covering the cavity part 2 of the base part 1 and formed integrally with an electrode held between insulating films, and a pressure introducing hole 10 so opened on the other side of the base 1 as to communicate with the cavity part 2, and the height of a step of a movable terminal part of the diaphragm part 3 is made smaller than a gap in the vicinity of the movable terminal part between the base part 1 and a movable diaphragm. By this construction, the thin-film diaphragm part 3 is formed to be parallel to the surface of the base 1 and flat, substantially. In other words, a capacitor structure is formed of the upper-side electrode 4 and the base part 1 with the cavity part 2 held there-between. When a pressure is introduced through the pressure introducing hole 10, therefore, the movable part of the diaphragm part 3 is displaced in the vertical direction in accordance with the amount to be measured and the pressure is detected from a change in capacitance.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 平4-143627

⑬ Int.CI.⁵
G 01 L 9/12

識別記号 庁内整理番号
9009-2F

⑭ 公開 平成4年(1992)5月18日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 静電容量式圧力センサおよびその製造方法

⑯ 特 願 平2-266688
⑰ 出 願 平2(1990)10月5日

⑱ 発明者 吹 浦 健 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内
⑲ 発明者 木 村 重 夫 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内
⑳ 発明者 石 倉 義 之 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内
㉑ 発明者 西 本 育 夫 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内
㉒ 出願人 山武ハネウエル株式会社 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号
㉓ 代理人 弁理士 山川 政樹 外3名

明細書

1. 発明の名称

静電容量式圧力センサおよびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板部と、前記基板部の一方の面に形成された空洞部と、前記基板部の空洞部上を覆いかつて電極が絶縁膜間に挟持されて一体形成された薄膜状のダイアフラム部と、前記基板部の他方の面に前記空洞部に連通して開設された圧力導入穴とを備え、前記ダイアフラム部の可動終端部の段差が前記基板部と可動ダイアフラムの可動終端部近傍のギャップよりも小さいことを特徴とする静電容量式圧力センサ。

(2) 請求項1記載の静電容量式圧力センサにおいて、前記基板部の一方の面に第1のエッチング溝および他方の面に第2のエッチング溝をそれぞれ形成する工程と、前記第1のエッチング溝を犠性層により埋め込む工程と、前記犠性層が形成された基板部上に複数層の絶縁膜および前記絶縁膜間に電極を形成する工程と、前記基板部の他方の面に形成されたエッチング溝に前記埋め込み層に達するエッチングを行い開口を形成する工程と、前記開口から前記犠性層を除去して空洞部を形成する工程とからなることを特徴とした静電容量式圧力センサの製造方法。

に形成された第2のエッチング溝に前記犠性層に達するエッチングを行い開口を形成する工程と、前記開口から前記犠性層を除去して空洞部を形成する工程とからなることを特徴とした静電容量式圧力センサの製造方法。

(3) 請求項1記載の静電容量式圧力センサにおいて、前記基板部の一方の面にエッチング可能な埋め込み層を形成する工程と、前記基板部の他方の面にエッチング溝を形成する工程と、前記埋め込み層が形成された基板部上に複数層の絶縁膜および前記絶縁膜間に電極を形成する工程と、前記基板部の他方の面に形成されたエッチング溝に前記埋め込み層に達するエッチングを行い開口を形成する工程と、前記開口から前記埋め込み層を除去して空洞部を形成する工程とからなることを特徴とした静電容量式圧力センサの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、被測定圧力の変化を静電容量的に検出するダイアフラム構造の静電容量式圧力センサ

特開平4-143627 (2)

およびその製造方法に関するものである。

[従来の技術]

第4図は例えば特開昭63-298130号公報に開示されているこの種の静電容量式圧力センサの構成を示す断面図である。同図において、表面に下部固定電極41を形成した感光性ガラス基板42上には、空洞43を介して上部可動電極44またはダイアフラム45が形成され、この感光性ガラス基板42の背面側には、空洞43に連通する圧力導入用の微細孔46を開設してダイアフラム構造を構成している。

第5図(a)～(d)は例えば特開昭63-208735号公報に開示されているこの種の静電容量式圧力センサの製造方法を示す工程の断面図である。同図において、同図(a)に示すように表面に下部固定電極41を形成した感光性ガラス基板42上に加熱分解物質を含む溶液の薄膜47を形成した後、同図(b)に示すようにこの薄膜47の上部に金属蒸着膜48を形成し、同図(c)に示すようにこの金属蒸着膜48を保護マス

クとして薄膜47を特定形状にバーニングした後、同図(d)に示すように金属蒸着膜48上およびその周辺部の感光性ガラス基板42上に金属被覆膜を積層してダイアフラム45を形成する。しかし後、薄膜47の加熱分解物質を加熱分解して除去することによって第4図に示すような空洞43を設けてダイアフラム構造を形成している。

[発明が解決しようとする課題]

一般に薄膜プロセスにより生成された膜は、段差部の膜厚が減少し、膜質も段差のないところよりも劣る。また、段差部の膜厚、膜質のコントロールは段差のない部分より難しいことが知られている。

また、ダイアフラムが圧力を受けると、最大応力部は可動部の終端部に発生し、ダイアフラム終端部の機械特性がダイアフラム全体の機械特性、特に圧力変位変換特性（ダイアフラムの柔らかさ）、耐過大圧力特性（ダイアフラムのじょうぶさ）に大きく影響する。したがって薄膜でダイアフラム部を形成する場合、ダイアフラムの可動部

の終端部に段差がないことが望ましい。

ところが、第4図に示すようにダイアフラムの可動部の終端部に段差があるので、ダイアフラム可動部の機械特性が悪くなり、かつ量産したとき一定しない。これは第5図に示すように従来の製造方法によれば、ダイアフラムの可動終端部の段差は避けられないという問題があった。

したがって本発明は、圧力に対する出力のバラツキが小さくかつ耐圧が大きくしかも耐圧のバラツキの小さな静電容量式圧力センサおよびその製造方法を提供することを目的としている。

[課題を解決するための手段]

このような課題を解決するために本発明による静電容量式圧力センサは、基板部と、この基板部の一方の面に形成された空洞部と、この基板部の空洞部上を覆いかつて電極が絶縁膜間に挟持されて一体形成された薄膜状のダイアフラム部と、この基板部の他方の面に空洞部に連通して開設された圧力導入穴とを備え、ダイアフラム部の可動終端部の段差が基板部と可動ダイアフラムの可動部終

端部近傍のギャップよりも小さくしたものである。

また、本発明による第1の静電容量式圧力センサの製造方法は、基板部の一方の面に第1のエッチング溝および他方の面に第2のエッチング溝をそれぞれ形成する工程と、第1のエッチング溝を犠牲層により埋め込む工程と、犠牲層が形成された基板部上に複数層の絶縁膜および絶縁膜間に電極を形成する工程と、基板部の他方の面に形成された第2のエッチング溝に犠牲層に達するエッチングを行い開口を形成する工程と、開口から犠牲層を除去して空洞部を形成する工程とを有している。

また、本発明による第2の静電容量式圧力センサの製造方法は、基板部の一方の面にエッチング可能な埋め込み層を形成する工程と、基板部の他方の面にエッチング溝を形成する工程と、第1の埋め込み層が形成された基板部上に複数層の絶縁膜および絶縁膜間に電極を形成する工程と、前記基板部の他方の面に形成されたエッティング溝に埋

特開平4-143627 (3)

め込み層に達するエッチングを行い開口を形成する工程と、開口から埋め込み層を除去して空洞部を形成する工程とを有している。

[作用]

本発明による静電容量式圧力センサにおいては、薄膜状のダイアフラム部が基板部の表面に対してほぼ平行にかつ平坦に形成される。また、静電容量式圧力センサの製造方法においては、基板部の一方の面に形成された第1のエッチング溝を犠性層により埋め込み、この基板部上に複数層の絶縁膜および絶縁膜間に電極を形成した後、この開口から犠性層を除去するので、ギャップが小さくかつ高精度の薄膜状ダイアフラム部が一連の製造プロセスで形成される。

[実施例]

以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明による静電容量式圧力センサの一実施例による構成を説明する図で同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のB-B'線の

断面図である。同図において、基板部1の表面側中央部分には、全体形状がほぼ矩形状で断面が凹状となる深さの浅い空洞部2が形状されており、この空洞部2が形成された基板部1上には、周辺部分が固定部となり中央部分が可動部となる薄膜状のダイアフラム部3がこの空洞部2を覆って形成されている。このダイアフラム部3は、可動部分における内部に上側電極4が絶縁膜5でサンドウィッヂ状に挟持された積層構造を有して形成されており、さらに絶縁膜5の上層部の角部には、この絶縁膜5を貫通して開口6が形成され、この開口6内に導電体7が埋め込まれ、さらにこの導電体7上には上側電極4と電気的に接続される電極端子8が形成されている。また、この基板部1の角部にはこの基板部1と電気的に接続される電極端子9が形成されている。さらにこの基板部1の背面側には空洞部2と連通する圧力導入穴10が開設されている。また、上側電極4と空洞部2を介して対向しコンデンサ構造を形成する下側電極は、基板部1が金属板であればそのものであ

り、半導体基板であれば空洞部2内の底面に金属電極を形成してこの金属電極に電極端子9を電気的に接続させる。

このような構成によると、基板部1との間にギャップの小さい空洞部2を挟んでダイアフラム部3が一体形成され、この空洞部2を挟んで上側電極4と基板部1とでコンデンサ構造が形成されるので、圧力導入穴10から圧力が導入されると、被測定量に応じてダイアフラム部3の可動部が上下方向に移動変位し、この変位によってコンデンサ構造の静電容量が変化するのを検出して圧力が検出されることになる。

第2図(a)～(e)は第1図に示す静電容量式圧力センサの製造方法の一実施例を説明する工程の断面図であり、第1図と同一部分には同一符号を付してある。同図において、まず、同図(a)に示すように基板部として例えばSi基板11の両面に例えばSiO₂、SiNxなどのエッチングマスク膜12を形成した後、このエッチングマスク膜12を写刻技術により、バターニング

を行って同図(b)に示すようにそれぞれ所要のマスク12a、12bを形成する。次にこのマスク12a、12bを用いてSi基板11の両面をエッチングを行って同図(c)に示すように所要の深さのエッチング溝13a、13bをそれぞれ形成した後、Si基板11の表面側全面にエッチング溝13aの深さ以上の犠性層14を形成し、ボリッシングにより同図(c)に示すように犠性層14が埋め込まれた構造を形成する。次に同図(d)に示すように犠性層14が埋め込まれたSi基板11の表面に通常の薄膜プロセスにより、第1の絶縁膜15a、第2の絶縁膜15b間に導電膜がサンドウィッヂ状に挟持された上側電極16を形成する。次にこの第2の絶縁膜15bの所要部にエッチングにより開口17を形成し、通常の薄膜プロセスにより、この開口17内に導電体18を埋め込んだ後、この導電体18上に上側電極16と電気的に接続される電極端子19を形成する。同様にこのSi基板11の角部にもこのSi基板11と電気的に接続される電極端子20を

形成する。次にこのS i 基板1 1の背面側のエッティング溝1 3 bをウェットエッティングにより、犠性層1 4に到達する圧力導入穴を形成するとともにこの圧力導入穴を用いて犠性層1 4の除去を行って第1図(b)に示すような基板部1とダイアフラム部3とが空洞部2を介して一体化されたコンデンサ構造が形成されることになる。

このような構成によると、可動ダイアフラム部3の可動終端部に段差部のない表面が平坦なダイアフラム構造が形成できることになる。また、このような方法によると、コンデンサ構造が一連の製造プロセスで容易にしかも電極間寸法が極めて小さくかつ寸法精度が高く形成することができる。

第3図は本発明による静電容量式圧力センサの他の実施例による構成を説明する図で同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のB-B'線の断面図であり、第1図と同一部分には同一符号を付してある。同図において、第1図と異なる点は、ダイアフラム部3が形成された基板部1上に

は、複数の圧力導入口3 1 a, 3 1 bが開設されかつダイアフラム部3と一定のギャップ3 1 cを有する蓋状のストッパ構造3 1が例えばU S 3 97278号公報で示されている陽極接合などによる方法で接着配置されている。また、このS i 基板1 1に形成された空洞部2内の底面には、下側電極3 2が形成されており、ダイアフラム部3内の上側電極4と空洞部2を介してコンデンサ構造が形成される構成となっている。

このような構成によると、前述と同様の効果を得られるとともに基板部1の下方から加圧された場合、ダイアフラム部3の過大な変位に対して機械的に保護されるので、耐圧を向上させることができる。

なお、第1図～第3図に示した静電容量式圧力センサにより、圧力が静電容量値に変換されるが、この静電容量値を計測するときの浮遊容量に配慮が必要である。すなわち対向電極間の静電容量値を計測するために対向電極は計測回路に接続されるが、対向電極から計測回路までのリード線

の浮遊容量が対向電極間の静電容量値に付加される。この浮遊容量が大きくバラツクと圧力センサ計測精度がそれだけ低下する。このような問題に対して第1図～第3図の静電容量式圧力センサの基板部1を単結晶シリコンなどの半導体基板とし、静電容量値計測回路またはその一部を圧力センサ機構の側部の半導体基板上に設けても良い。

このような構成によると、対向電極が静電容量値計測回路に接続されるまでの浮遊容量が極めて小さくなり、かつ浮遊容量値のバラツキが小さくなるので、浮遊容量の影響が小さくなり、それだけ圧力センサの高精度化が可能となる。また、高精度化を計る代わりに圧力センサ構造部をさらに小型化しても良く、この場合、静電容量値計測回路まで基板部1に集積してあるので、圧力センサ測定システム全体が極めて小さくできるなどの効果が得られる。

また、前述した実施例においては、S i 基板1 1の表面を平坦にする基板面を得る方法としてS i 基板1 1に断面が凹となるエッティング溝1 3 a

を形成し、このエッティング溝1 3 a内を犠性層1 4で埋め込む工程を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、S i 基板1 1として例えばn型S i 基板に不純物を高濃度で選択的に拡散させて拡散層を形成し、この拡散層を埋め込み層として用いても良い。この場合、この埋め込み層の除去にはn型S i 基板の背面側から前述したように埋め込み層に到達する開口を形成した後に例えば沸酸：硝酸：酢酸=1:3:8からなるエッティング溶液を用いて埋め込み層を選択的にエッティング除去して空洞部2を形成しても前述した同一構造のダイアフラム部3が形成できる。

また、前述した実施例では、ダイアフラム部の可動終端部に全く段差の場合について説明したが、例えば第2図(c)に示す犠性層が基板面に対して僅かに高い場合および低い場合、最終的に形成されるダイアフラム部の可動終端部は僅かな段差を有するが、この場合においても、前述と同様に優れた効果が得られる。

また、前述した実施例では、可動ダイアフラム部の形状を四角形とした場合について説明したが、本発明はこの形状に限定されるものではなく、多角形状もしくは丸形状でも良いことは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上、説明したように本発明による静電容量式圧力センサによれば、コンデンサ電極間の空洞部が小さく形成できるとともに可動終端部に段差のないダイアフラム部が薄膜状に構成できるので、圧力に対して容量変化が大きく過大圧力に対する耐圧が大きくでき、かつ圧力センサ毎の出力のバラツキ、耐圧のバラツキが小さい圧力センサが提供できる。また、このような製造方法によれば、一括製造プロセスで容易にかつ高精度、低成本、小型で形成することができるなどの極めて優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による静電容量式圧力センサの一実施例による構成を示す図、第2図(a)～

(e)は第1図の製造方法を説明する工程の断面図、第3図は本発明による静電容量式圧力センサの他の実施例による構成を示す断面図、第4図は従来の静電容量式圧力センサの構成を示す断面図、第5図は従来の静電容量式圧力センサの製造方法を説明する工程の断面図である。

1……基板部、2……空洞部、3……ダイアフラム部、4……上側電極、5……絶縁膜、6……開口、7……導電体、8, 9……電極端子、10……圧力導入穴、11……Si基板、12……エッチングマスク膜、12a, 12b……マスク、13a, 13b……エッティング溝、14……絶縁層、15a, 15b……上側電極、17……開口、18……導電体、19, 20……電極端子、31……ストップ構造、31a, 31b……開口、31c……ギャップ、32……下側電極。



